Aus der medizinischen Klinik der Universität Basel
(Direktor: Prof. Dr. Rudolf Staehelin)

Puls, Atemfrequenz und Atemtiefe nach dosierter Arbeit zur Prüfung der Leistungsfähigkeit des Herzens.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von

THEODORE HELLER

aus

New York
(U. S. A.)

STETTEN/BASEL 1936
BUCHDRUCKEREI KARL SCHAHL

Genehmigt

von der Medizinischen Fakultät der Universität Basel

auf Antrag von Herrn Professor Dr. R. STAEHELIN.

Tag der Promotion: 25 Mai 1936.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meiner Frau gewidmet!

Aus der großen Zahl der bis heute beschriebenen und empfohlenen Herzfunktionsprüfungen geht hervor, daß eine restlos befriedigende Methode noch nicht gefunden worden ist. Und doch ist eine solche für die Begutachtung von Arbeits-, Unfalls-, oder Krankheitsschäden, zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit des Herzens beim Sportler, zur Berufswahl und schließlich diagnostisch und prognostisch zur Feststellung einer Herzerkrankung und ihrer Schwere dringend gewünscht.

Die meisten der angegebenen Prüfungen sind schon wegen ihrer Kompliziertheit weder für klinische Zwecke und noch weniger für den praktischen Arzt anwendbar. Am meisten wird an Kliniken und vom praktischen Arzt als die einfachste und dabei relativ aufschlußreichste Herzfunktionsprüfung die Verfolgung der Pulsfrequenz noch dosierter Arbeit angewendet. Als Arbeit gilt Treppensteigen, Kniebeugen, oder aber Verwendung eines Ergostaten. Diese allgemein gebrauchte, etwas einseitige Prüfung, suchte ich nun aus den oben angegebenen Gründen insofern zu erweitern, als ich den Atemfrequenzablauf und womöglich den zeitlichen Ablauf der Atemtiefe mit im Arbeitsversuch zu verwenden versuchte. Es stand mir dazu in dem vor kurzer Zeit von der Firma *James Jaquet & Cie.*, Basel, herausgebrachten Thoracographen ein einfacher Apparat zur Verfügung, den auf seine Verwendbarkeit zu prüfen wichtig war. (Methode s. weiter unten.) In einzelnen Fällen wurde daneben auch noch die Bestimmung der Vitalkapazität vorgenommen.

Theoretisches.

Die Puslfrequenz allein ist schon seit vielen Jahren im allgemeinen ärztlichen Gebrauch als Kriterium der kardialen Funktionstüchtigkeit (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8). Tatsächlich ergeben die Untersuchungen der Pulsfrequenz bei Herzkranken nach körperlicher Anstrengung durchschnittlich andere Werte und zwar höhere Werte als bei Herzgesunden. Außerdem dauert es beim Herzkranken länger, bis die Pulszahl nach der Arbeit zum Ruhewert zurückgekehrt ist. Im einzelnen Falle kann diese Methode

jedoch nicht so selten versagen und zwar aus den folgenden Gründen: Es gibt herzkranke Patienten, und das sind gerade die Schwerkranken, die auf Anstrengung überhaupt nicht mit einer Tachykardie reagieren. Im Gegenteil, bei diesen Patienten kann die Pulsfrequenz nach körperlicher Anstrengung entweder gleich bleiben oder sie kann sogar sinken (s. u. Tabellen I und II, Versuche 20, 34—38). Andererseits gibt es normale Individuen, bei denen nach der Arbeit eine andauernde Erhöhung der Pulsfrequenz zu konstatieren ist. (Versuche 21, 23, 24, 41). Nach unseren Beobachtungen ist dies immer nur bei psychisch aufgeregten Personen der Fall gewesen. Aber gerade die Herzkranken regen sich leicht auf. Es kann deshalb unmöglich sein, besonders in den Fällen eben beginnender Herzerkrankungen mit der Pulskontrolle irgend etwas festzustellen. Also gerade dann, wenn die klinische Untersuchung im Stiche lassen könnte.

Daß auch die Atemfrequenz und die Atemtiefe bei Herzkranken in charakteristischer Weise verändert sind, ist schon mehrmals experimentell erwiesen worden. So fanden *Peabody* und *Sturgis* (6), daß die Atemfrequenz sowohl in der Ruhe, wie auch beim Treppensteigen bei Herzkranken höher sei als bei Normalen, während die Atemtiefe gleichzeitig kleiner war. In einer anderen Arbeit zeigten *Sturgis, Peabody, Hall* und *Fremont-Smith* (9), daß, wenn die Vitalkapazität zwangsweise herabgesetzt wurde (durch Einschnüren des Thoraxes), die Atemfrequenz in die Höhe ging, während die Atemtiefe gleichzeitig vermindert war. *Thiel* (10) fand eine Erhöhung der Atemfreqenz und Vertiefung der Atmung bei der kardialen Dyspnoe. *Haldane, Meakins* und *Priestley* (11) untersuchten die Folgen der Anoxämie und der Kohlensäureretention. Sie zeigten, daß die Anoxämie und die Kohlensäureretention die Atmung in ganz typischer Weise beeinflussen. Durch Vermehrung des Kohlensäuregehaltes der Einatmungsluft wurde die Atemtiefe vergrößert, die Atemfrequenz änderte sich nur wenig. Bei Einatmung einer kohlensäurefreien, sauerstoffarmen Luft wurde die Atmung rascher, jedoch nicht tiefer, bis schließlich *Cheyne-Stokes*sche Atmung auftrat. Man hat eine zeitlang geglaubt, der *Hering-Breuer*sche Reflex (12) sei ein Zeichen, daß die Atmung zum großen Teil nervösen Einflüssen unterliege. *Haldane* und *Mavrogordato* (13) konnten aber zeigen, daß diese nervöse Steuerung der Atmung der chemischen Regulation vom Blute aus untergeordnet ist.

Daß die Vitalkapazität bei Herzkranken oft vermindert ist, geht aus den Untersuchungen von *Peabody* und *Sturgis* (6), *Peabody* und *Wentworth* (14) und *Beaumont* (15) hervor. Aber auch der Gaswechsel ist beim Herzkranken gestört. Nach *Brauer* (16) ist das Atemäquivalent (das Verhältnis von Atemvolumen pro Minute zum Sauerstoffverbrauch pro Minute) in der kardialen Dyspnoe schon bei Ruhe am Atemgrenzwert. Bei einer Anstrengung müßte demzufolge eine Anoxämie entstehen. Da nun die Erhöhung des Sauerstoffverbrauchs bei Herzkranken während und nach Arbeiten nach *Eppinger* (17) größer ist als bei Herznormalen, so wirkt auch dieser Faktor mit zur Entstehung einer Anoxämie.

Seit *Dreyer* (18) und *West* (19) leicht berechenbare Normalwerte für die Vitalkapazität aufgestellt haben, kann auch die Vitalkapazität als Kriterium der Leistungsfähigkeit des Herzens benutzt werden. Ihre Bestimmung ist einfach, rasch ausgeführt, der Patient kann dabei sogar im Bette bleiben. Die Apparatur ist einfach und transportabel. Leider aber variieren schon bei normalen Individuen die gefundenen Werte so sehr, daß ihr prognostischer Wert dadurch erheblich eingeschränkt wird. *(Cripss, Greenwood* und *Newbild* (20).

Aus dem oben angeführten geht hervor, daß Miteinbeziehen der Atemfrequenz und der Atemtiefe im Arbeitsversuch wertvoll und aufschlußreich sein kann. Ich beschreibe im folgenden die von mir angewendete Methode, die damit erhaltenen Ergebnisse, sowie die Vor- und Nachteile des verwendeten Thoracographen.

Methodik.

Zur Registrierung der Atemfrequenz und der Atemtiefe wurde der von *Jaquet* (21, 22) modifizierte Thoracograph von *Verzár* verwendet (24, 25). Eine sinnreiche Hebelvorrichtung gestattet die graphische Registrierung der Bewegungen der beiden Thoraxhälften auf einem sich mit gleichmäßiger Geschwindigkeit vorbeibewegenden Papier (1 mm pro Sekunde). Die Zeit wird durch ein besonderes Uhrwerk mit Schreibhebel auf dem Thoracogramm als Abszisse von 5 zu 5 Sekunden markiert. Technische Einzelheiten sind in der Originalarbeit von *Jaquet* (21) nachzusehen. Die mit diesem Apparat erhaltenen Thoraxbewegungskurven sind leicht mit einer dem Apparat beigegebenen Meßglasplatte auszuwerten. Die in den Tabellen I und II angegebenen Werte für die Atemtiefe sind mit Hilfe dieser Meßglasplatte ermittelt worden und in Milli-

meter angegeben. Es darf jedoch nicht vergessen werden, daß die „Atemtiefe", wie sie dieser Thoracograph angibt, nur relativ ist. Es sind also nur Änderungen der Atemtiefe in jedem Thoracogramm verwertbar; die absoluten Zahlen der verschiedenen Thoracogramme können nicht miteinander verglichen werden.

Der Apparat eignet sich außerdem ausgezeichnet, wie *Jaquet* angibt, und wie ich in vielen Fällen bestätigen konnte, zur graphischen Darstellung der Abweichungen in den Bewegungen der beiden Thoraxhälften, sei es, daß die Bewegungen durch Deformitäten auf einer Seite verändert sind, sei es, daß reflektorisch bei Schmerz oder großem Exsudat etc. die eine Hälfte weniger bewegt wird. Sehr instruktive und anschauliche Kurven zu Demonstrationszwecken erreicht man auf bequeme und rasche Weise mit diesem Thoracographen auch bei Unregelmäßigkeiten in der Atmung, z. B. bei periodischem Atmen *(Cheyne-Stokes)*.

Weniger geeignet erscheint mir dieser Apparat zu sein zur Registrierung und Feststellung der bei vermehrtem Sauerstoffbedarf vergrößerten Mittellage, wie sie *Verzár* (23, 24) beschreibt. *Vischer* (25) beschreibt den von *Verzár* entworfenen Thoracographen und die mit ihm erhaltenen Resultate. Dieser Thoracograph ist einfacher als der *Jaquet*sche und erlaubt nur die Registrierung der Gesamtänderung des Thoraxumfanges. Er erlaubt in der derzeitigen Form nicht die Auswertung einzelner Atemzüge (langsame Rollengeschwindigkeit), wohl aber können mit ihm Änderungen in der Mittellage des Thorax ermittelt werden. Mit dem *Verzár*schen Thoracographen können infolge der geringen Empfindlichkeit Schwankungen des Thoraxvolumens auch bei angestrengter körperlicher Arbeit geprüft werden.

Der *Jaquet*sche Apparat mit seinem sehr fein und zweckmäßig ausgedachten, für jede Thoraxhälfte getrennt registrierenden Hebelsystem scheint gut geeignet für die quantitative Messung der einzelnen Atemzüge (Atemtiefe), und auf diese kommt es bei den vorgenommenen Versuchen an, nicht aber für die Beurteilung der Mittellageänderung, wie sie *Verzár* beschrieb, da durch Thoraxbewegungen (Muskelspiel) die Lage der Kurven für die beiden Thoraxhälften in nicht mehr zu beurteilender Weise gegeneinander verschoben werden. Dabei werden auch die einzelnen Ausschläge verändert (s. später). Auf die Feststellung einer veränderten Mittellage während der Arbeit mußten wir deswegen leider verzichten.

Der Thoracograph wurde so aufgehängt, daß die Bänder quer über die Sternalansätze der fünften Rippe zu liegen kamen. Da nach den Messungen von *Jaquet* und den eigenen Versuchen die am Abdomen registrierten Atembewegungen sich nur in ihrer Größe, sonst aber proportional den Thoraxbewegungen verhalten, wurde bei adipösen Frauen der Apparat am Oberbauch aufgehängt, da durch die Mammae eine zu große Dämpfung der Bewegungen eintrat.

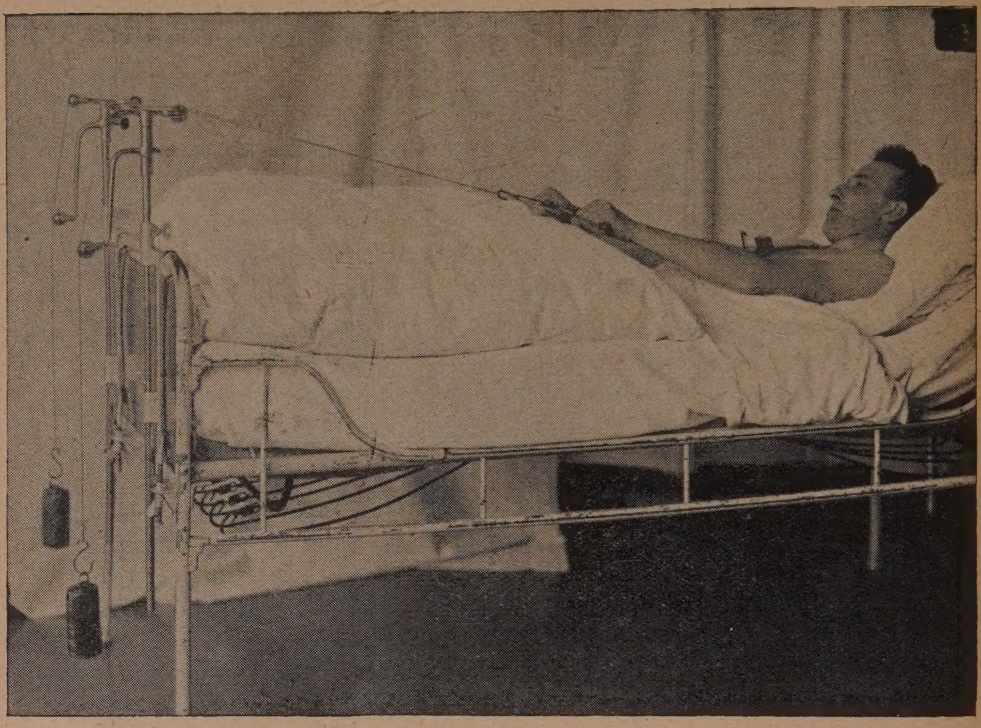
Ich untersuchte Gesunde, manifest Herzkranke und Kranke, die wegen anderer Leiden auf der Klinik lagen. Meine Versuche sind Herzbelastungsversuche mit dosierter Arbeit, da ich nur auf diese Weise einen Einblick in den Ablauf der Puls- und Atemfrequenz sowie der Atemtiefe erhalten konnte. Ich unterschied bei jedem Versuch drei Perioden: Eine Periode der Ruhe, eine Periode der Arbeit und eine dritte Periode der Ruhe (Erholungsperiode). Die zweite und dritte Periode dauerte in den meisten Versuchen 10 Minuten.

Eine Gruppe von Personen ließ ich am Tretergostaten arbeiten. Der Tretergostat ist ein von *A. Jaquet* konstruierter Apparat, auf dem es möglich ist, genau dieselben Bewegungen auszuführen wie beim Treppensteigen, ohne jedoch den Ort zu wechseln. Die technischen Einzelheiten der Konstruktion dieses Apparates werden von *H. Christ* eingehend geschildert (8). Die verrichtete Arbeit berechnet sich aus der Stufenzahl pro Minute und dem Gewicht der Versuchsperson, denn mit jeder Stufe hebt die Versuchsperson ihr eigenes Gewicht um zwanzig Zentimeter. Die Resultate der Ergostatversuche werden in Tabelle I (Versuch 1—24) wiedergegeben.

Die Erfahrungen bei den Ergostatversuchen haben mir gezeigt, daß es oft von Vorteil ist, die Kranken im Bett zu untersuchen. Ich benutzte dazu die folgende Einrichtung (Fig. 1).

Die Versuche wurden entweder im Bett oder auf einem Liegestuhl ausgeführt. Es wurden am unteren Bettende zwei chirurgische Extensorstangen (Rollenträger) angeschraubt. Diese wirkten wie einfache Riemenscheiben. Über jede Rolle wurde eine Schnur geleitet, die an einem Ende einen Handgriff, am anderen Ende Gewichte trägt. Die Wahl der Gewichte richtete sich nach dem Kräftezustand der Versuchsperson; es wurden beidseits Gewichte von 0,75 bis zu 5,0 Kilogramm angehängt. Die Arbeit bestand darin, daß die Versuchsperson die Gewichte rhythmisch

anzog (dabei stiegen die Gewichte um etwa 30 Zentimeter) und dann zurückgleiten ließ. Es ist klar, daß auf diese Weise die körperliche Arbeit des Geprüften wesentlich geringer ist als beim



Figur 1

Ergostatversuch. Es wurden aber damit die störenden Rumpfbewegungen soweit eingeschränkt, daß die Thoracogramme auch während des Arbeitens die Atembewegungen annähernd getreu wiedergaben. Ein weiterer Vorteil dieser Methode ist der, daß sie den Versuch auch bei solchen Patienten erlaubte, welche nicht aufstehen, oder aus einem anderen Grunde auf dem Ergostat nicht treten konnten. Der Ergostatversuch hat gegenüber diesem Ziehversuch den großen Vorteil, daß die Arbeit genau zu berechnen ist, und daß er eine wesentlich intensivere Arbeitsleistung darstellt als der Ziehversuch; dadurch wird der Stoffwechsel sehr rasch angeregt und zusammen damit erscheint die erwünschte Tachykardie und Hyperventilation, noch lange bevor die muskuläre Erschöpfung zum Abbruch der Arbeit zwingt. Die Resultate der Ziehversuche werden in Tabelle II (Versuch 25—47) wiedergegeben.

Das Spirometer, mit dem in einigen Versuchen die Vitalkapazität gemessen wurde, ist von *E. Peschell* in Basel fabriziert worden; es unterscheidet sich nicht wesentlich von dem von *Hutchinson* (26) ursprünglich angegebenen Apparat.

Die psychische Beruhigung der aufgeregten Patienten erreichte ich fast immer dadurch, daß ich ihnen im voraus alles kurz schilderte, was ich mit ihnen vornehmen wollte, und die Schmerzlosigkeit und Harmlosigkeit des Ganzen betonte. Indessen verriet ich nie, daß die Atmung kontrolliert werden sollte, damit diese nicht unwillkürlich beeinflußt werde. Bei einigen Untersuchungen gelang es freilich nicht, die Kontrolle der Atmung zu verbergen.

Die Zimmertemperatur war stets auf etwa 21 Grad Celsius eingestellt.

Hier sei in Kürze die Versuchsordnung wiedergegeben:

1. Wenn überhaupt, dann wurde zuerst die Vitalkapazität wiederholt bestimmt.

2. Der Patient entblößte sich bis zum Gürtel, wurde mit Talkpuder eingepudert, damit die Bänder nicht klebten, und dann wurde der Thoracograph aufgehängt.

3. Der Patient blieb ruhig und bequem einige Minuten auf einem Stuhl sitzen oder im Bett liegen. Der Thoracograph wurde in Aktion versetzt. Der Puls wurde gezählt.

4. Der Patient stieg auf den Ergostat oder es wurden ihm die Griffe in die Hände gelegt. Hierauf arbeitete der Patient zehn Minuten lang, oder so lange bis er müde war.

5. Sofort nach Beendigung der Arbeit wurde der Puls gezählt. Der Patient ruhte sich nach dem Versuch in der gleichen Stellung wie vorher aus. Der Puls wurde alle zwei Minuten gezählt. Den Thoracographen ließ ich solange laufen, bis der Atemtypus sich nicht mehr änderte, längstens zehn Minuten.

Die Versuchsresultate sind in Form von Pulsfrequenzzahlen und Thoracogrammen gewonnen worden. Um die Thoracogramme zu quantitativen Zahlen zu reduzieren, wurden die Atemzüge pro Minute auf der Kurve gezählt und ihre in- und exspiratorischen Höhen mit der Meßglasplatte gemessen. Es sei jedoch bemerkt, daß man schon durch bloßes Betrachten der Thoracogramme mit einiger Übung die Änderungen in der Atemfrequenz und weniger genau auch der Atemtiefe heraussehen kann. Änderungen im Atemtypus, z. B. eine auftretende Periodizität, werden durch die Zahlen überhaupt nicht verraten, während sie schon mit dem ersten Blick auf dem Thoracogramm zu konstatieren sind.

Resultate.

Aus den Tabellen I und II (s. Anhang) sieht man gleich, daß sich sowohl in Ruhe wie auch bei der Arbeit die verschiedenen Versuchspersonen sehr verschieden verhalten haben. Betrachtet man aber die Resultate der Herzgesunden und der Herzkranken getrennt, so fällt die Gleichsinnigkeit in ihren Resultaten auf. Noch bedeutend größer wird diese Gleichsinnigkeit, wenn man von den Herzgesunden noch die psychisch Labilen absondert, und die Herzkranken in Kompensierende und Nichtkompensierende trennt. Demgemäß sind die Versuche in den Tabellen I und II in fünf Untergruppen geteilt worden:

Die erste Untergruppe (Versuche 1—10, 25—28) bestand aus herzgesunden Individuen. Atmung und Pulsfrequenz zeigten bei ihnen folgende Eigenschaften:

1. In keinem Falle übertraf die anfängliche Pulsfrequenz 80 pro Minute.

2. In nur drei Fällen übertraf die anfängliche Atemfrequenz 20 pro Minute. Bei zwei von diesen war eine reflektorische Tachypnoe annehmbar.

3. In keinem Falle stieg die Pulsfrequenz auf über 100 nach dem Arbeiten.

4. In jedem Falle fiel die Pulsfrequenz sehr rasch nach Aufhören des Arbeitens bis zum Anfangswert.

5. Im allgemeinen nahmen Atemtiefe und Atemfrequenz mäßig zu bei der Arbeit, und kehrten nachher sehr schnell zu den Anfangswerten zurück. Es zeigt sich also Parallelgehen von Puls und Atmung.

6. Die Werte für die Vitalkapazitäten schwanken gegenüber den von *West* *) (19) angegebenen Normalwerten sehr. Bei den vier vorgenommenen Messungen wurden zwei (Versuche 25, 26) ungefähr gleich den Normalwerten gefunden. Die beiden anderen waren erheblich niedriger als die Normalwerte. Bei einer von diesen (Versuch 28) ist es möglich, daß die wirkliche Vitalkapazität wegen der vom Patienten angegebenen Schmerzen beim Tiefatmen nicht bestimmt werden konnte.

---

*) Normalwerte nach *West*: 2,5 Lt. pro m^2 Körperoberfläche für Männer.
2,0 Lt. pro m^2 Körperoberfläche für Frauen.
(Körperoberfläche nach *Dubois* berechnet.)

Die zweite Untergruppe bestand aus den kompensierenden Herzkranken (Versuche 11—19, 29—33). Hier sieht man nicht, wie in der ersten Untergruppe, die ruhige Atmung und die niedrige Pulsfrequenz im Anfang, sondern man findet, daß bei diesen Patienten eine Tachykardie und Tachypnoe oft schon von vorneherein konstatierbar ist. Bei der Arbeit stieg bei allen Fällen die Pulsfrequenz sehr hoch und nach der Arbeit kam sie nur langsam zum Ausgangswert zurück. Die Atemfrequenz verhielt sich in analoger Weise. Es bestand in allen drei Perioden eine Hyperventilation. die ihren Ausdruck in der gesteigerten Atemfrequenz fand, manchmal auch in einer deutlichen Vertiefung der Atmung während und nach der Arbeit. Man kann sagen, diese Patienten mußten ihre zirkulatorischen und respiratorischen Reserven mehr in Anspruch nehmen als die Herznormalen.

Die dritte Untergruppe (Versuche 20, 34—38) bestand aus Fällen, bei denen durch das schwere Herzleiden die Fähigkeit zu kompensieren fehlte, entweder ganz oder nur teilweise. Bei drei Fällen (Versuche 10, 34, 36) sieht man keine Zunahme der Pulsfrequenz und Atemtiefe, sondern eher eine Abnahme derselben. Bei diesen Fällen imponiert der kolossale Anstieg der Atemfrequenz bei der Arbeit. Bei Versuch 37 sieht man nicht einmal die Beschleunigung der Atemfrequenz, dafür das oben erwähnte Zeichen der Anoxämie, die *Cheyne-Stokes*sche Atmung. Die *Cheyne-Stokes*sche Atmung ist aber nicht etwa die Folge einer verringerten Atemfrequenz, denn auch bei Versuch 32 erschien die *Cheyne-Stokes*sche Atmung, wobei die Atemfrequenz sehr hoch war. Wahrscheinlicher ist, wie auch *Haldane, Meakins* und *Priestley* (27) finden, daß die oberflächliche Atmung, die bei diesen beiden Fällen deutlich vorhanden war, die Ursache der Anoxämie war.

In der vierten Untergruppe (Versuche 21—24, 39—42) haben wir diejenigen Versuche zusammengestellt, wo wir aus dem Verhalten der Patienten oder aus der klinischen Diagnose auf eine psychische Erregbarkeit und damit auf die Möglichkeit einer psychischen Beeinflussung der Pulsfrequenz und Atmung schließen durften. Es handelt sich um herzgesunde Individuen. Hier findet man die scheinbaren, ja unverträglichen Widersprüche. Man findet eine Tachypnoe ohne übermäßige Tachykardie (Versuche 23, 40, 42) oder umgekehrt (Versuche 41, 47), je nachdem die Atmung oder die Herzfrequenz psychisch beeinflußt wurde. Oder die Atem-

frequenz war anfänglich auffallend langsam und tief, um dann bei der Arbeit durch die Ablenkung einen ganz gewöhnlichen Typus anzunehmen; später als die Arbeitsdyspnoe wieder verschwand, trat plötzlich diese auffallend langsame, tiefe Atmung wieder auf (Versuch 29). Oder es bestand schon vor dem Versuch eine Tachykardie und Tachypnoe, die mit dem Verschwinden der Arbeitsdyspnoe auch verschwanden (Versuche 21, 22, 39, 41, 42), weil die Arbeit gewissermaßen als Entladung eine psychische Erleichterung bewirkt hatte. Später erschien die psychische Unruhe bei einigen Untersuchten wieder, und dann gingen Atemfrequenz oder Pulsfrequenz wieder zu ihren Anfangswerten hinauf (Versuch 42). Es ist also möglich, diese Individuen sowohl von der ersten Untergruppe der Herzgesunden, wie auch von den Herzkranken abzusondern. Sobald die Arbeitsdyspnoe und Muskelmüdigkeit eintritt, vermindert sich die psychische Beeinflussung der Atmung und Herzfrequenz und aus diesem Abschnitt des Versuches kann man urteilen, ob jemand herzleidend ist oder nicht.

In der fünften Untergruppe (Versuche 43—47) befinden sich alle Versuche, die als mißlungen zu bezeichnen wären. Es sind dies nur Ziehversuche gewesen. Der Grund war immer gleich. Entweder wollten die Patienten sich nicht anstrengen, aus Angst etwa, oder sie konnten es nicht. Jedenfalls genügte in diesen Fällen die ausgeführte Arbeit im Ziehversuch nicht, um eine Beschleunigung der Herzaktion und eine Vermehrung der Atmung zu erzeugen.

Die Vitalkapazität fand ich bei den Herzkranken immer weit unter der Norm. Da aber die Vitalkapazität auch bei Herznormalen „unternormal" sein kann, so halte ich es nicht für richtig, die Vitalkapazität als zuverlässiges Kriterium der Leistungsfähigkeit des Herzens anzusehen.

Kritik des Apparates.

und der damit erreichten Resultate.

Nach gründlicher Prüfung aller mit dem Thoracographen erhaltenen Kurven und nach Ausmessung der in- und exspiratorischen Ausschläge ergibt sich, daß auf diese Weise kein genügend genaues Bild über das Verhalten der Atemtiefe erhalten werden kann. Die Fehlermöglichkeiten sind derart groß, daß die geringen Größenänderungen, wie sie in der Erholungsphase vorkommen, nur in einzelnen Fällen mit Sicherheit auf eine verlängerte Vertiefung

der Atmung zurückgeführt werden können. Die bei Ruhe der Versuchsperson einwandfreie Lage des Apparates am Thorax erleidet bei körperlicher Anstrengung, wie sie beim Ergostatversuch geleistet wird, doch Störungen, die die Ausschläge mehr oder weniger beeinflussen. Die Bewegung der Thoraxmuskulatur, die Lageänderung des Brustkorbes selbst bei der Arbeit lassen die Ausschläge verschieden groß werden. Dazu kommt als nicht unwesentliches Moment die individuell verschieden große Zwerchfell-Bauchatmung, die natürlich bei Verwendung nur eines Thoracographen auf der Brust, — und für eine einfache Prüfung kann es sich nur darum handeln —, nicht mit berücksichtigt wird. Der Apparat ist zu empfindlich für diese Untersuchungen und kann deshalb zur Bestimmung der Atemtiefe bei Arbeit nicht bedenkenlos empfohlen werden. Sehr nützlich erscheint er mir zur Registrierung von Atemkurven, aus denen man die Atemfrequenz und den Atemrhythmus ersehen kann. Wie aus den oben angeführten Versuchsresultaten hervorgeht, ist eine Mitberücksichtigung der Atemfrequenz im Rahmen eines Arbeitsversuches sicher ein Vorteil und gibt uns vermehrt Einblick in die Leistungsfähigkeit des Zirkulationsapparates. Bei der graphischen Registrierung der Atemfrequenz fällt die bis jetzt meist geübte subjektive Beurteilung der Dyspnoe beim Patienten weg. Der Untersucher ist dabei imstand, genaue Pulskontrollen vorzunehmen und das richtige Arbeiten der Versuchsperson zu überwachen. Es ist also mit dieser einfachen Methode einem einzigen Beobachter möglich, in der gleichen Zeit mehr und genauere Daten beim Arbeitsversuch zu erhalten und sinngemäß zu verwerten.

Zusammenfassung.

1. Es wurde versucht, den Thoracographen *(Verzár-Jaquet)*, (Messungen von Atemfrequenz und Atemtiefe) zur Erweiterung der Herzfunktionsprüfung mittels des Ergostatversuches zu verwenden.

2. Mit Hilfe der Atemfrequenzregistrierung neben der Pulsfrequenzzählung gelingt es sehr gut, die untersuchten Personen in verschiedene Gruppen einzuteilen. (Herzgesunde, Kompensierende, Dekompensierte und psychisch Labile).

3. Der angewendete Thoracograph erscheint zur Bestimmung der Atemtiefe sowie einer Änderung der Mittellage nicht geeignet.

Literatur.

1. *Spohr* und *Lampert:* Kritisches zur Herzfunktionsprüfung (im bes. bei Gutachtenfällen), München. Med. Wschr. 1930, S. 430 u. 491.
2. *Klemperer, G.:* Grundriß der klin. Diagnostik, Berlin 1927 (zit. aus *Spohr* u. *Lampert*, s. o.).
3. *Weber-Nauheim, A.:* Z. ärztl. Fortbildg. 1923, H. 10 (zit. aus *Spohr* u. *Lampert*, s. o.).
4. *Müller, E.* u. *Schenk, P.:* Lehrb. d. klin. Diag. inn. Krankh., herausg. v. *P. Krause*, 3. Aufl. Berlin 1927 (zit. aus *Spohr* u. *Lampert*, s. o.):
5. *Magnus-Alsleben, E.:* Funktionsprüfung inn. Organe, 2. Aufl. Berlin 1927 (zit. aus *Spohr* u. *Lampert*, s. o.).
6. *Peabody* u. *Sturgis:* Effect of Exercise on the Metabolism, Heart Rate and Pulmonary Ventilation of Normal Subjects and Patients with Heart Disease: Archives of Int. Med. *29*, 1922.
7. *Staehelin, A.:* Über den Einfluß der Muskelarbeit auf die Herztätigkeit etc. Dtsch. Arch. f. Klin. Med. *59*, H. 1 u. 2, 1897.
8. *Christ, H.:* Über den Einfluß der Muskelarbeit auf die Herztätigkeit. Dtsch. Arch. Klin. Med. *53*, 102, 1894.
9. *Sturgis, Peabody, Hall* u. *Fremont-Smith:* Relation of Dyspnoea to Maximum Minute-Volume of Pulmonary Ventilation: Arch. of Int. Med. *29*, 1922, S. 236.
10. *Thiel, K.:* Pneumotachographische Studien: 2. Kardiale Dyspnoe: Dtsch. Arch. f. klin. Med. *167*, 1930.
11. *Haldane, Meakins* u. *Priestley:* Respiratory Response to Anoxemia. J. of Physiol. 1919, Vol. 52, S. 420.

12. *Hering* u. *Breuer:* Anzeiger d. Wien. Akad. 1868, S. 106 (zit. aus *Rosenthal:* Physiol. d. Atmung im Hdb. d. Physiol. v. *L. Hermann*, Bd. 4, Teil 2, 1882).

13. *Haldane u. Mavrogordato:* Vagus Regulation in Breathing, 1917, S. XLI. J. of Physiol.

14. *Peabody* u. *Wentworth:* Archives of Int. Med. *20*, 1917, S. 443.

15. *Beaumont:* Lancet, *2*, 1933, S. 918.

16. *Brauer, L.:* Die respiratorische Insuffizienz: Kongr. d. Inn. Med. 1932, S. 120.

17. *Eppinger:* Das Versagen des Kreislaufs. Berlin 1927.

18. *Dreyer, G.:* The Normal Vetalcapacitiy in Man and its Relation to the Size of the Body: Lancet, 1919/2, S. 227.

19. *West, H. F.:* Arch. of Int. Med. *25*, 1920, S. 306.

20. *Cripps, Greenwood* u. *Newbold:* Beometrika, 1922—23, *14*, S. 316, zit. aus *Moncrieff:* Med. Res. Council, Soec. Rep. Series, No. 198, 1934.

21. *Jaquet, A.:* Schweiz. Med. Wschr. 1934, S. 936.

22. *Jaquet, E.:* Hdb. biol. Arbeitsmethoden. Abt. V, Teil 8, S. 1197, 1935.

23. *Verzár: Pflüger*s Arch. *232*, S. 322, 1933.

24. *Verzár:* Schweiz. Med. Jahrbuch, Basel, 1934.

25. *Vischer, A.:* Untersuchungen über d. Mittellage d. Lungen mit Hilfe eines Thoracographen bei erhöhtem Sauerstoffbedarf: *Pflüger*s Arch. f. d. ges. Physiol. d. Menschen u. Tiere. *234*, 1934.

26. *Hutchinson, John:* Von der Kapazität d. Lungen u. von der Atmungsfunktion. 1849, übersetzt v. Dr. *Samosch.*

27. *Haldane, Meakins* u. *Priestley:* Effects of Shallow Breathing. J. of Physiol. *52*, 1919, S. 433.

Versuch Nr.	Geschlecht	Alter	Gewicht in Kilo	Untergruppe	Klinische Diagnose	Vor der Arbeit				Dauer der Arbeit	Stufen pro Minute		
						Puls-frequenz	Atmung					Puls nach 0 Min.	Erste
							F	A_R	A_L				A t
													F
1	m	25	61,5	1	Normal	72	18	4,2	3,6	10	30	90	24
2	m	29	77	1	Normal	72	23	1,8	1,6	8	44	84	28
3	m	44	86	1	Normal	76	18	1,1	1,7	10	45	84	24
4	m	47	74	1	Normal	60	18	1,3	1,3	10	44	80	24
5	m	24	62	1	Normal	72	14	3,1	3,1	10	39	84	22
6	m	24	73	1	Normal	56	10	4,3	5,8	10	26	76	24
7	m	34	63	1	Normal	72	15	4,4	4,2	10	27	80	26
8	m	24	63	1	Normal	60	14	4,1	6,6	10	32	72	18
9	m	24	63	1	Normal	68	14	5,0	6,0	10	33	90	20
10	m	28	63	1	(Stechen im Thorax?)	68	24	2,1	2,5	10	28	100	24
				1	Durchschnitt	67,6	17	3,1	3,6	10	34,8	84	23
11	w	63	67	2	Hypertonie	88	19	1,7	1,9	7	20	120	28
12	w	49	91	2	Coronarsklerose Mitralinsuffizienz	56	19	1,8	1,5	10	38	104	22
13	m	55	95	2	Lues III und Schwindel	80	21	3,9	3,6	10	27	116	20
14	w	48	77	2	Myodeg. cordis	96	22	1,7	1,0	10	28	152	22
15	w	73	68	2	Hypertonie Myodeg. cordis	100	26	3,3	4,2	7	6	140	24
16	m	56	67	2	Gastritis subacida Lebercirrhose?	100	20	3,0	6,0	10	26	124	24
17	w	25	75	2	Polyarthritis Endocarditis	80	22	1,5	2,2	10	28	124	26
18	m	41	90	2	Myodeg. cordis	92	19	2,5	2,5	10	40	152	30
19	w	77	65	2	Myodeg. cordis, Coronarsklerose, Partieller Herzblock	136	24	5,7	5,4	4	14	138	32
				2	Durchschnitt	92	21	2,8	3,1	8,6	25,2	130	25
20	m	56	76	3	Myodeg. cordis	60	17	3,3	5,0	8	28	68	32
21	m	32	70	4	Asthenie und Hypochondrie	76	28	2,3	1,7	10	36	128	30
22	m	35	70	4	Extrasystolie nach Nikotinabusus	68	22	2,0	5,0	10	31	106	26
23	w	42	50	4	Pleuritis sicca links Neurasthenie	72	22	1,5	2,6	10	18	94	26
24	w	17	43	4	Herzneurose	120	17	4,5	3,0	6	21	126	22
				4	Durchschnitt	84	24	1,9	3,1	9	25,3	113	27

ZEICHENERKLÄRUNG: F = Atemfrequenz pro Minute. A_R = Durchschnittliche Atem

TABELLE I (Ergostatversuche)

Nach der Arbeit

inute	Zweite Halbminute			Dritte Halbminute			Vierte Halbminute			Puls nach 2 Min.	Dritte Minute			Vierte Minute			Puls nach 4 Min.	Fünfte Minute			Sechste Minute		
ng	Atmung			Atmung			Atmung				Atmung			Atmung				Atmung			Atmung		
AL	F	AR	AL	F	AR	AL	F	AR	AL		F	AR	AL	F	AR	AL		F	AR	AL	F	AR	AL
6,0	24	—	5,3	18	—	5,6	20	—	4,6	78	20	—	3,7	20	—	3,7	78	23	—	3,7			
6,1	22	5,0	5,2	28	3,4	3,6	28	2,4	2,7	76	22	2,4	2,1	23	2,2	2,2	72	24	2,0	2,0	23	2,0	2,0
3,1	26	2,5	2,7	26	2,1	2,1	26	2,1	1,9	80	26	1,4	1,9	27	1,5	1,6	76	23	1,7	1,5	24	1,2	1,2
1,5	20	3,5	1,6	16	2,7	1,5	22	1,7	1,0	64	17	2,6	—	19	1,5	—	64	24	1,6	—			
5,7	22	4,4	3,0	20	3,8	3,8	—	—	—	74	21	2,7	2,7	21	2,4	2,3	64	19	2,5	2,2			
6,5	18	5,4	5,9	18	5,2	5,9	18	4,9	5,4	64	18	4,5	4,8	16	3,7	4,1	60						
4,9	24	3,6	3,5	22	3,5	3,1	22	3,6	3,7	76	20	2,6	2,7	20	2,3	2,3	76	16	3,2	3,2			
5,6	18	2,6	5,6	16	2,1	4,0	16	1,8	3,0	60	15	2,2	3,6	13	2,4	4,2	66	12	3,4	3,6			
7,5	20	4,5	5,7	20	4,7	5,0	20	4,6	5,5	84	15	6,4	8,3	14	5,7	7,6	84	14	5,0	5,0	14	6,0	5,5
—	24	3,2	—	26	2,2	—	28	1,6	—	88	26	2,0	—	26	2,0	—	96						
5,2	21,8	3,8	4,4	21	3,2	3,7	22	2,9	3,5	74	20	2,9	3,7	19,9	2,6	3,5	73	19	2,7	3,0			
4,2	26	3,4	4,1	26	3,2	3,3	26	2,4	2,5	84	22	2,0	2,2	19	2,1	2,1	80	21	2,0	2,0	21	1,9	2,0
4,2	24	4,0	3,1	24	3,0	3,0	22	2,5	2,0	80	21	2,0	1,9	19	2,0	2,0	76	17	1,7	1,5			
—	22	5,5	—	22	4,4	—	22	3,3	—	112	23	3,0	—	22	2,0	—	112	21	2,1	—			
8,2	20	5,6	6,2	22	4,5	3,8	22	5,5	5,2	120	22	4,5	4,0	23	3,8	3,4	124	23	2,8	3,2	23	3,5	3,1
7,9	26	5,8	7,0	26	4,8	5,6	26	5,0	4,9	136	25	5,0	5,1	26	5,1	5,0	128	26	4,9	4,9	26	3,4	4,7
8,2	22	4,2	6,9	22	3,7	5,5	26	3,4	6,0	122	26	1,8	4,6	23	2,4	5,1	122	23	2,2	4,2	22	2,2	4,7
3,8	24	1,9	3,8	26	1,5	2,5	26	2,2	2,2	116	23	1,5	2,3	21	1,2	2,0	96	21	1,5	2,0	22	1,0	2,0
6,0	28	5,5	3,7	28	4,6	3,0	28	4,3	2,9	136	24	2,8	1,7	21	2,7	2,3	130	26	2,7	2,0	21	3,2	3,1
7,8	30	5,4	6,9	28	5,8	6,5	30	4,4	6,1	96	30	3,5	4,9	28	4,1	5,5	136	26	3,9	5,5			
6,4	25	4,6	5,2	25	4,0	4,0	25	3,6	4,0	111	24	2,9	3,3	22	2,8	3,4	109	22	2,6	3,3	22	2,5	3,2
3,2	34	2,3	2,5	32	1,8	2,0	32	2,0	3,0	60	30	1,8	2,5	27	1,9	3,1	60				27	1,8	3,2
4,0	28	4,2	3,2	26	3,8	2,2	24	3,4	2,4	100	22	3,7	3,0	23	2,9	3,0	96	24	3,3	3,4			
5,7	24	1,9	4,6	24	1,4	3,2	24	1,1	2,3	72	19	1,0	1,8	18	1,3	2,0	72	18	1,0	1,9			
3,6	26	6,0	3,2	28	4,9	4,1	26	5,0	2,7	76	26	3,7	2,0	30	4,4	4,0	84	30	4,1	3,6	31	3,8	3,3
5,0	22	5,0	5,2	20	4,8	5,7	20	4,5	5,0	120	20	—	—	19	3,8	4,2	120	20	3,5	4,0	21	3,1	3,5
4,3	26	4,0	3,6	26	3,3	3,2	23	1,3	2,3	92	22	2,8	2,2	23	2,8	3,0	93	24	2,8	2,9			

e der rechten Seite in Millimeter AL = Durchschnittliche Atemtiefe der linken Seite in Millimeter.

s h in.	Siebente Minute			Achte Minute			Puls nach 8 Min.	Neunte Minute			Zehnte Minute			Puls nach 10 Min.	Bemerkungen
	Atmung			Atmung				Atmung			Atmung				
	F	AR	AL	F	AR	AL		F	AR	AL	F	AR	AL		
8				17	—	4,8	78				19	—	4,5	76	
2															Versuchsperson muß fort. Versuch verkürzt.
2							72							72	
4							64							66	
8				19	2,7	2,7	72				17	2,0	1,8	60	Schlief nach 4 und 10 Minuten fast ein.
4	15	3,7	4,3				64							60	
2	19	2,9	2,5				70	17	3,3	3,2	17	3,2	3,2	70	Nach der Arbeit angeblich erschöpft.
0							60							60	
8							72							72	
6							72							68	Stechen während des Versuches.
0							69							67,1	
4							80	23	1,3	1,6				84	
0							80							80	
0							96							92	
6	22	4,1	2,7				110							108	
8	27	3,7	4,2				128							128	
6	24	2,5	5,0				108								
6							96							92	
0	21	2,2	1,8	21	2,2	2,0	112							108	
6															
8							101							99	
0				25	1,6	2,4	60				25	3,0	3,2	60	
2							84							78	
2	18	1,0	2,0				72							66	
4				28	4,5	2,8	80	28	4,4	3,0				76	
0							120							—	Patient sehr ängstlich.
2							89								

Versuch Nr.	Geschlecht	Alter	Gewicht in Kilo	Vitalkapazität (Liter)	Normale Vitalkapazität (nach West)	Untergruppe	Klinische Diagnose	Vor der Arbeit				Während der Arb				
								Puls-frequenz	Atmung			Arbeitsdauer in Minuten	Gewicht pro Seite in Kilo	Züge pro Min.	Letzte Mi	
									F	AR	AL				Atmu	
															F	AR
25	m	29	57,2	3,90	4,03	1	Zustand nach Hg-Vergiftung	64	17	3,0	5,7	10	3	24	25	1,3
26	m	28	63,0	4,05	4,25	1	Normal	56	14	2,0	3,0	10	5	24	24	4,4
27	w	16	60,5	2,10	3,18	1	Normal	72	19	0,5	0,3	10	2	28	30	3,0
28	w	41	69,5	1,40	3,38	1	Rheum. musc.	72	25	0,5	0,3	10	2	18	20	1,7
						1	Durchschnitt	66	18,7	1,5	2,3	10	3	24	25	2,6
29	w	35	60,0	—	—	2	Beginnend. Myodeg. Herzinsuffizienz	120	7	3,8	4,1	10	2,5	17	25	5,1
30	w	32	—	—	—	2	Polyarthritis, Endocarditis Mitralinsuffizienz	102	28	0,8	0,8	10	2	26	34	1,9
31	w	56	65,0	1,25	3,30	2	Luetische Aorteninsuffizienz	96	17	2,4	3,5	10	2	24	26	1,1
32	m	60	58,4	1,55	3,90	2	Myodeg. cordis	72	30	1,0	0,8	8,5	2	34	42	1,7
33	w	21	55,2	1,85	3,00	2	Polyarthritis Endocarditis	90	23	2,5	2,0	10	2	21	22	1,8
						2	Durchschnitt	96	21	2,1	2,4	9,6	2,6	24	30	2,3
34	m	57	—	—	—	3	Myodeg. cordis Arhyt mia perp.	72	25	1,0	1,0	10	2	44	36	1,5
35	m	52	—	—	—	3	Myodeg. cordis	80	15	4,0	4,0	10	4	10	22	2,7
36	w	74	—	—	—	3	Myodeg. cordis	72	26	1,0	—	4	0,75	30	30	1,1
37	m	82	72,1	2,80	4,50	3	Myodeg. cordis Komplet. Herzblock	36	21	1,0	0,5	10	2	30	27	—
38	w	41	53,5	1,95	3,00	3	Bradykardy nach Typhus abdominalis	66	19	2,5	2,5	10	2	24	24	2,5
						3	Durchschnitt	65	21	1,9	1,6	9	2,6	28	28	1,9
39	m	54	—	—	—	4	Psychopathie	—	21	1,6	1,8	10	—	—	31	2,9
40	m	18	—	—	—	4	Psychopathie Neuropathie	72	22	2,0	2,2	10	3	22	31	8,6
41	m	20	65,4	4,45	4,25	4	Tbc. pulm.	92	20	2,5	2,8	10	3	24	23	2,9
42	w	25	60,8	2,05	4,03	4	Schmerzen im Bein Chron. Salpingitis	72	25	1,0	1,6	10	2	20	41	1,0
						4	Durchschnitt	79	24	1,8	2,1	10	2,6	22	31	3,9
43	w	40	—	—	—	5	Aorteninsuffizienz, Mitralinsuffizienz Angina pectoris	72	16	3,0	1,5	10	2	20	18	3,5
44	w	72	—	1,40	—	5	Aortenlues, Myodeg. cordis Insuffizienz	72	16	1,2	1,0	5	0,75	—	19	1,2
45	m	53	93,5	1,90	4,93	5	Bronchitis, Emphysem Myodeg., Hypertonie	64	19	1,0	1,0	5	3	34	21	1,2
46	w	76	—	1,20	—	5	Myodeg. cordis	78	21	1,0	1,0	4	0,75	24	21	1,5
47	m	20	60,0	4,10	4,25	5	Tbc. pulm.	96	15	4,0	5,0	10	3	24	17	3,7
						5	Durchschnitt	76	17	2,0	1,9	7	2	27	19	2,2

ZEICHENERKLÄRUNG: F = Atemfrequenz pro Minute. AR = Durchschnitfliche Atemtiefe der rec

TABELLE II (Ziehversuche)

Nach der Arbeit

Puls nach Min.	Erste Halbminute Atmung			Zweite Halbminute Atmung			Dritte Halbminute Atmung			Vierte Halbminute Atmung			Puls nach 2 Min.	Dritte Minute Atmung			Vierte Minute Atmung			Puls nach 4 Min.	Fünfte Minute Atmung		
	F	AR	AL	F	AR	AL	F	AR	AL	F	AR	AL		F	AR	AL	F	AR	AL		F	AR	AL
78	26	1,5	3,4	22	3,1	3,4	20	2,1	3,0	24	2,2	4,1	72	22	2,9	3,6				—			
56	20	3,1	1,4	20	3,2	1,0	20	2,5	1,1	18	1,8	0,9	56	20	2,3	1,0				48	18	1,5	1,0
96	20	1,5	1,5	24	1,5	1,0	22	1,5	1,0	22	1,0	0,8	84	20	1,0	0,8	18	1,0	0,5	78	22	0,8	0,5
84	32	1,5	1,0	28	1,5	0,8	28	1,0	0,3	26	1,2	0,3	84	26	1,0	0,3	24	1,0	0,3	84	23	1,0	0,3
78	24,5	1,4	1,3	23,5	2,3	1,5	22,5	1,7	1,3	22,5	1,7	1,5	74	22	1,8	1,4	21	1,0	0,4	70	21	1,1	0,6
32	18	3,7	3,6	16	3,5	3,4	16	2,6	2,6	8	2,5	2,5	138	11	4,6	4,6	9	5,4	5,4	138	12	4,4	4,2
20	28	1,0	1,5	22	1,0	1,5	24	2,5	1,0	20	0,8	1,0	116	28	1,0	1,5	27	0,8	1,0	114	27	0,8	1,0
20	20	1,2	2,1	22	1,5	2,0	18	1,1	2,0	20	1,5	2,5	108	16	1,1	2,2				96			
08	38	1,0	1,0	32	1,0	0,8	32	0,5	0,5	32	0,5	0,3	90	30	0,5	0,3	30	0,5	0,3	90	27	0,8	0,5
20	42	1,5	1,0	38	1,0	1,0	36	1,5	0,8	36	1,0	1,0	108	37	1,0	1,0	35	1,6	1,6	108	32	1,5	1,0
20	29	1,7	1,9	26	1,6	1,9	25	1,3	1,4	23	1,2	1,5	112	24	1,8	1,9	25	2,1	2,7	108	24	1,7	1,3
76	44	1,0	1,0	38	1,0	1,0	38	1,0	1,0	38	1,0	1,0	60	36	1,0	1,0	31	1,0	1,0	60	34	0,5	0,5
76	24	4,0	3,0	18	3,0	2,0	18	3,0	2,0	16	2,5	2,0	78	17	2,5	1,7	17	2,5	1,7	72	15	2,0	1,7
76	28	1,0	—	30	1,1	—	30	1,0	—	28	1,0	—	72	26	1,0	—				72	26	1,0	—
44	22	—	1,8	18	—	1,0	18	—	1,3	20	—	1,0	36	19	—	1,0	19	1,5	1,0	36	16	1,6	1,0
66	—	—	—	20	2,5	2,0	16	3,0	1,8	18	2,5	2,0	60	18	3,0	2,5	17	3,3	2,8	60	18	3,0	2,0
67	30	2,0	2,0	25	1,9	1,5	24	2,0	1,8	24	1,8	1,5	61	23	1,9	1,6	21	2,1	1,6	60	21	1,6	1,3
—	24	2,4	2,1	22	2,0	2,1	20	2,0	2,0	20	2,1	2,0	—	23	2,0	2,0	21	2,3	2,2	—	19	2,2	2,0
90	34	2,5	2,5	28	2,0	2,0	32	2,0	2,0	26	2,0	2,0	72	26	2,0	2,0	25	2,0	1,5	72	26	2,0	1,5
96	18	1,8	1,8	20	1,5	1,3	20	1,8	1,8	16	1,8	2,1	84							96			
66	36	1,1	1,5	22	1,1	1,5	18	1,0	1,0	16	1,0	1,0	66				13	1,2	1,5	66			
83	28	1,9	2,0	23	1,8	1,9	22	1,7	1,7	19	1,7	1,8	74	24,5	2,0	2,0	19	1,4	1,6	78	22,5	2,1	1,7
76	18	4,1	1,3	14	4,0	1,8	14	3,6	2,3	18	2,3	1,7	—	15	3,4	1,9	15	3,0	1,0	68	18	3,0	1,5
72	18	1,1	1,1	16	1,7	1,5	16	1,9	1,5	16	1,8	1,0	64	17	1,6	1,0				64			
72	20	1,0	1,2	20	1,0	1,1	20	1,0	1,0	22	1,0	1,0	66	18	1,1	1,0	20	1,0	1,0	66			
78	22	1,0	1,0	22	1,0	1,0	20	1,0	1,3	24	1,0	1,5	72	24	1,0	1,0				—			
02	18	4,0	5,0	16	3,7	4,1	16	3,6	4,3	18	3,0	4,0	96	18	3,1	4,1	19	3,0	4,0	90			
80	19	1,4	1,6	17	2,3	1,9	17	2,2	2,0	19	1,8	1,8	75	18	2,0	1,9	18	2,3	2,0	72	18	—	—

eite in Millimeter. AL = Durchschnittliche Atemtiefe der linken Seite in Millimeter.

e Minute		Puls nach 6 Min.	Siebente Minute			Achte Minute			Puls nach 8 Min.	Neunte Minute			Zehnte Minute			Puls nach 10 Min.	Bemerkungen
ung			Atmung			Atmung				Atmung			Atmung				
AR	AL		F	AR	AL	F	AR	AL		F	AR	AL	F	AR	AL		
3,0	3,8	66							72							—	
		48							52							52	Athletischer Habitus.
1,0	0,8	78	19	0,8	0,8	18	1,0	0,8	72							72	
0,8	0,5	78	25	0,8	0,3	25	0,8	0,3	76							76	Angebl. Schmerzen beim Tiefatmen.
1,6	1,7	67							68							67	
6,7	5,2	126	9	5,0	4,8				120							120	Atmung in der Ruhe selbstbewußt.
0,8	1,0	114							106								
		96	18	1,1	2,9				96							96	
0,5	0,5	90	31	0,8	0,3	29	0,8	0,3	90							90	Nach der Arbeit tritt Cheyne-Stokes Atmung auf.
2,0	2,0	90	28	2,0	2,5	31	1,7	2,0	96	28	2,5	2,8	27	2,0	2,0	96	
2,5	2,2	103	21	2,2	2,6	30	1,3	—	100							100	
0,5	0,5	64	27	0,5	0,5	28	0,5	0,5	56	27	0,5	0,5				64	
2,0	1,7	72							72							72	
		72							—							—	
1,5	0,8	36	20	1,5	0,5	21	2,0	1,5	36	19	1,8	1,0	17	1,5	1,0	36	Nach der Arbeit tritt Cheyne-Stokes Atmung auf.
		60							66							66	
1,8	1,0	61							60							60	
		—							—								
		72							72							72	
3,0	2,7	90															
		66				30	1,0	1,0	60								Patient ist physisch erregt.
		76							66							—	
		68							68							—	Mangelhafte Anstrengung. Nur kleinste Züge.
1,0	1,0	60							—							—	Pat. nach wenigen Zügen ermüdet.
		—							—							—	Pat. negativis'isch. Versuch abgebroch.
		—							—							78	Pat. nach wenigen Zügen müde.
		90							90							—	Mangelhafte Anstrengung.
		72							76							—	